

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 1 月 13 日 (13.01.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/004324 A1

(51) 国際特許分類: H03G 3/26
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008545
(22) 国際出願日: 2003 年 7 月 4 日 (04.07.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 秋山 智浩 (AKIYAMA, Tomohiro) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千

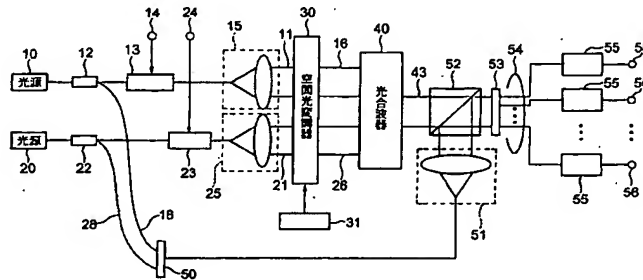
代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 平野 嘉仁 (HIRANO, Yoshihito) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 曾我 道照, 外 (SOGA, Michiteru et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): JP, US.
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL CONTROL TYPE MICROWAVE PHASE FORMING DEVICE

(54) 発明の名称: 光制御型マイクロ波位相形成装置



10...LIGHT SOURCE
20...LIGHT SOURCE
30...SPATIAL OPTICAL MODULATOR
40...OPTICAL SYNTHESIZER

(57) Abstract: An optical control type microwave phase forming device comprising optical demultiplexers each for separating a ray of light emitted from each of light sources into two elements, optical frequency converters each for deviating one of the two elements output from an optical demultiplexer by a specified frequency for outputting as a signal light, signal light emitting devices each for converting the signal light into one with a specified beam width for outputting into a space as a signal light beam, a spatial optical modulator for phase-modulating the signal light beam for converting into a desired spatial phase distribution, an optical multiplexer for converting the signal light beam output from the spatial optical modulator into a coaxial optical path, an optical synthesizer for synthesizing the other elements output from the optical demultiplexers as a local light, a local light emitting device for converting the local light into one with a specified beam width for outputting into a space as a local light beam, and a beam synthesizer for spatially superposing the signal light beam and the local light beam to form a synthesized beam.

(57) 要約: 光源から放射される光を二つに分岐する光分配器と、前記光分配器により出力された一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて信号光として出力する光周波数変換器と、前記信号光を所定のビーム幅に変換し信号光ビームとして空間に出射する信号光出射装置と、前記信号光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する空間光変調器と、前記空間光変調器から出力された信号光ビームを同軸の光路に変換する光合波器と、前記光分配器により出力された他方の分岐光を口

[続葉有]

WO 2005/004324 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

一カル光として合成する光合成器と、前記ローカル光を所定のビーム幅に変換しローカル光ビームとして空間に出射するローカル光出射装置と、前記信号光ビームと前記ローカル光ビームを空間的に重ね合せ合成ビームとするビーム合成器等を設けた。

明 細 書

光制御型マイクロ波位相形成装置

技術分野

この発明は、アレイアンテナから放射する複数のマイクロ波ビームを、光波により制御するアレイアンテナ用マルチビーム形成回路に適用可能な光制御型マイクロ波位相形成装置に関するものである。

背景技術

従来の光制御型マイクロ波位相形成装置は、マイクロ波信号の周波数だけ周波数が異なる第1と第2のビーム光を放射し、第1のビーム光を信号光ビームとして空間光変調器によりアレイアンテナの各アンテナ素子への給電振幅、位相分布に変換し、第2のビーム光をローカル光ビームとして、信号光ビームとローカル光ビームとを空間的に重ね合わせ、かつ空間的にサンプリングし、サンプリング光を光電変換器によるヘテロダイン検波によりマイクロ波信に変換した後、アレイアンテナを用いて空間に放射する（例えば、特開平7-202547号公報（図1及び図2）、特開平6-276017号公報（図3）参照）。

特開平7-202547号公報に記載された従来の光制御型マイクロ波位相制御装置は、空間光変調器の各素子で形成する振幅、位相信号とアレイアンテナの各素子への給電信号が一对一に対応しているため、一つの空間光変調器では一つのマイクロ波位相波面しか形成できず、複数のマイクロ波ビームを放射するアレイアンテナ用の給電信号を生成できないという問題点があった。

また、特開平6-276017号公報の図3は、マルチビーム形成に関するものであるが、この図3の構成では、複数のビームの方向は各々マスクの位置で決めているため、複数のビームを同じ方向に向けることや、重ねることができず、複数のビームの方向がお互いのビーム同士で制限されるという問題点があった。

この発明は、前述した問題点を解決するためになされたもので、一つの空間光変調器で複数のマイクロ波位相面を同時に形成できる光制御型マイクロ波位相形

成装置を得ることを目的とする。

発明の開示

この発明に係る光制御型マイクロ波位相形成装置は、第1の光源から放射される光を二つに分岐する第1の光分配器と、第2の光源から放射される光を二つに分岐する第2の光分配器と、第1のマイクロ波信号に基づいて、前記第1の光分配器により出力された一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて第1の信号光として出力する第1の光周波数変換器と、第2のマイクロ波信号に基づいて、前記第2の光分配器により出力された一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて第2の信号光として出力する第2の光周波数変換器とを設けた。

また、前記第1の信号光を所定のビーム幅に変換し第1の信号光ビームとして空間に出射する第1の信号光出射装置と、前記第2の信号光を所定のビーム幅に変換し第2の信号光ビームとして空間に出射する第2の信号光出射装置と、異なる領域に入力された前記第1及び第2の信号光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する空間光変調器と、前記空間光変調器から出力された波長の異なる第1及び第2の信号光ビームを同軸の光路に変換する光合波器とを設けた。

さらに、前記第1の光分配器により出力された他方の分岐光と、前記第2の光分配器により出力された他方の分岐光をローカル光として合成する光合成器と、前記ローカル光を所定のビーム幅に変換しローカル光ビームとして空間に出射するローカル光出射装置と、前記光合波器により出力された第1及び第2の信号光ビームと、前記ローカル光ビームとを空間的に重ね合わせて合成ビームとするビーム合成器と、前記合成ビームを空間的にサンプリングしヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換して、それぞれ出力する複数の光電変換器とを設けた。

図面の簡単な説明

図1はこの発明の実施例1に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図、

図2はこの発明の実施例1に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の光合波器の構成を示す図、

図 3 はこの発明の実施例 2 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の光合波器の構成を示す図、

図 4 はこの発明の実施例 3 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図、

図 5 はこの発明の実施例 5 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図、

図 6 はこの発明の実施例 6 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図、

図 7 はこの発明の実施例 7 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明の各実施例について図面に基づき説明する。

実施例 1.

この発明の実施例 1 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置について図面を参照しながら説明する。図 1 は、この発明の実施例 1 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図である。なお、各図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

図 1 において、本装置は、光源 10、20 と、光分配器 12、22 と、光周波数変換器 13、23 と、マイクロ波信号入力端子 14、24 と、信号光出射装置 15、25 と、空間光変調器 30 と、空間光変調器コントローラ 31 と、光合波器 40 と、光合成器 50 と、ローカル光出射装置 51 と、ビーム合成器 52 と、レンズアレイ 53 と、光ファイバアレイ 54 と、光電変換器 55 と、マイクロ波信号出力端子 56 とを備える。

つぎに、この実施例 1 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の動作について図面を参照しながら説明する。図 2 は、この実施例 1 に係る光制御型マイクロ波

位相形成装置の光合波器の構成を示す図である。

図 1 に示すように、光源 10 から放射される光を光分配器 12 により二つに分岐し、光周波数変換器 13 は、マイクロ波信号入力端子 14 に入力される第 1 のマイクロ波信号により、一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて、信号光 11 として出力する。周波数が偏移した信号光 11 は、例えば光ファイバ、レンズにより構成された信号光出射装置 15 を介して所定のビーム幅の信号光ビーム 11 に変換し、空間に出射する。空間に出射した信号光ビーム 11 は、空間光変調器 30 に入力する。光の周波数を偏移させる光周波数変換としては、例えば音響光学効果を用いた光周波数シフタが商品化されている。

同様に、光源 10 とは異なる波長の光源 20 から放射される光を、光分配器 22 により二つに分岐し、光周波数変換器 23 は、マイクロ波信号入力端子 24 に入力される第 2 のマイクロ波信号により、一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて、信号光 21 として出力する。周波数が変移した信号光 21 は、例えば光ファイバ、レンズにより構成された信号光出射装置 25 を介して所定のビーム幅の信号光ビーム 21 に変換し、空間光変調器 30 に信号光ビーム 11 とは異なる領域に入力する。

空間光変調器 30 上の異なる領域に入力させた信号光ビーム 11 と信号光ビーム 21 はそれぞれ、空間光変調器コントローラ 31 からの入力信号に従い、空間的に位相が変調され、空間光変調器 30 は所望の空間位相分布に変換された信号光ビーム（出力光）16 及び 26 として出力する。なお、空間光変調器 30 としては、例えば液晶素子などがある。

空間光変調器 30 からの信号光ビーム 16 及び 26 は、光合波器 40 に入力される。光合波器 40 は、入力信号光の波長及び入射位置、入射角に応じて光路を変化させ、入射位置及び波長の異なる信号光ビーム 16 及び 26 を同軸の光路に変換し出力させる。

この光合波器 40 は、例えばプリズムや回折格子のような波長分散素子の屈折角や反射角の波長依存性を利用することで実現できる。例えば、図 2 のように、二つのプリズム 41、42 を組み合わせることにより構成できる。プリズム 41 に入射した波長の異なる入射光ビーム（信号光ビーム 16 及び 26）は、それぞ

れ波長に応じて異なる角度で屈折し、プリズム 4 1 から異なる角度で出射する。二つ出射光ビームが交差する場所にプリズム 4 2 を設置し、このプリズム 4 2 に入射させる。交差点はプリズム 4 1 への二つの入射光の入射条件、波長により決まる各光の屈折角から一意的に決まる。異なる角度でプリズム 4 2 に入射した二つの光は、各光の波長に応じてプリズム 4 2 で異なる角度で屈折するので、出力光ビームを同一の光路に変換することが可能である。

光合波器 4 0 から出射され同軸の光路に変換された信号光ビーム（合成光） 4 3 は、ビーム合成器 5 2 を介して光ファイバアレイ 5 4 に入力する。

一方、光源 1 0 から放射し、光分配器 1 2 により分岐した他方の分岐光 1 8 と、光源 2 0 から放射し、光分配器 2 2 により分岐した他方の分岐光 2 8 をローカル光として、光合成器 5 0 により合成し、光ファイバ、レンズなどから構成されるローカル光出射装置 5 1 を介して、所定のビーム幅のローカル光ビームに変換し、ビーム合成器 5 2 を介して、前記の信号ビーム（合成光） 4 3 と空間的に重ね合わせて合成ビームとし、光ファイバアレイ 5 4 に入力する。

光ファイバアレイ 5 4 の入射端側には、光ファイバアレイ 5 4 を構成する各光ファイバへの入力光の結合効率を高めるために、レンズアレイ 5 3 を備えても良い。

各光ファイバに入力した光は、光ファイバ中を伝搬し、各光ファイバに接続された各光電変換器 5 5 に入力される。各光電変換器 5 5 に入力した光は、ヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換され、それぞれマイクロ波信号出力端子 5 6 より出力される。各マイクロ波信号の位相分布は、空間光変調器 3 0 により与えた位相分布となる。

アレイアンテナに適用する場合は、マイクロ波信号出力端子 5 6 からの各出力信号を、必要に応じてマイクロ波増幅器などを介して、アレイアンテナの各アンテナ素子に給電し、空間に放射させる。

ある光電変換器 5 5 からのマイクロ波出力信号を以下に示す。光源 1 0 の周波

数を f_{o1} 、マイクロ波信号の周波数を f_{m1} 、注目する光ファイバへの入射光となる空間光変調器 30 の素子の位相変調量を ϕ_1 とおく。同様に、光源 20 の周波数を f_{o2} 、マイクロ波信号の周波数を f_{m2} 、位相変調量を ϕ_2 とおく。

光電変換器 55 に入力する光は、各々の振幅を 1 と仮定すると、次の 4 つの周波数成分からなる。

$$\begin{aligned} & \cos(2\pi(f_{o1} + f_{m1})t + \phi_1), \\ & \cos(2\pi f_{o1}t), \\ & \cos(2\pi(f_{o2} + f_{m2})t + \phi_2), \\ & \cos(2\pi f_{o2}t). \end{aligned}$$

光電変換器 55 ではこれら任意の 2 つの成分の和や差の成分が出力される。

光源 10 と光源 20 の周波数差が光電変換器 55 の周波数帯域よりも大きい場合、光電変換器 55 から出力されるマイクロ波信号の周波数は、以下の 2 成分となり、それぞれ、空間光変調器 30 で与えた位相変調量 ϕ_1 、 ϕ_2 が光電変換器 55 から出力するマイクロ波信号に重畳される。

$$\begin{aligned} & \cos(2\pi f_{m1}t + \phi_1), \\ & \cos(2\pi f_{m2}t + \phi_2). \end{aligned}$$

本実施例 1 のように、空間光変調器 30 内の異なる場所で位相 ϕ_1 、 ϕ_2 で変調した各光を、光合波器 40 により同一の光路に変換できるため、二つの光及びそれぞれから生成するマイクロ波信号を独立に制御することが可能となる。

実施例 2.

この発明の実施例 2 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置について図面を参照しながら説明する。図 3 は、この発明の実施例 2 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の光合波器の構成を示す図である。

上記実施例 1 において、プリズム 41、42 から構成された光合波器 40 の例を示したが、反射型の回折格子のような波長分散素子の反射角の波長依存性を利用することでも実現できる。

例えば、図 3 のように二つの回折格子 4 4、4 5 を組み合わせることにより実現できる。回折格子 4 4 に入射した波長の異なる入射光（信号光ビーム 1 6 及び 2 6）は、それぞれ波長、入射角に応じて異なる角度で反射する。二つの反射光が交差する場所に回折格子 4 5 を設置し、この回折格子 4 5 に入射させる。交差点は回折格子 4 4 への入射条件、波長により決まる屈折角から一意的に決まる。異なる角度で回折格子 4 5 へ入射した二つの光は、各光の波長に応じて回折格子 4 5 で異なる角度で反射するので、反射光を同一の光路に変換することが可能である。

このような機能は、プリズムや回折格子に限らず、フォトニック結晶など波長分散性のある素子の屈折、または反射方向の波長依存性などを利用することにより様々な構成で実現することが可能である。

実施例 3.

この発明の実施例 3 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置について図面を参照しながら説明する。図 4 は、この発明の実施例 3 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図である。

図 4 において、本装置は、光源 1 0、2 0 と、光分配器 1 2、2 2 と、光周波数変換器 1 3、2 3 と、マイクロ波信号入力端子 1 4、2 4 と、光合成器 4 6 と、信号光出射措置 4 7 と、光分波器 4 9 と、空間光変調器 3 0 と、空間光変調器コントローラ 3 1 と、光合波器 4 0 と、光合成器 5 0 と、ローカル光出射装置 5 1 と、ビーム合成器 5 2 と、レンズアレイ 5 3 と、光ファイバアレイ 5 4 と、光電変換器 5 5 と、マイクロ波信号出力端子 5 6 とを備える。

つぎに、この実施例 3 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の動作について図面を参照しながら説明する。

光源 1 0 及び光源 2 0 から放射後、周波数変化された信号光 1 1 及び 2 1 を光合成器 4 6 により合成する。合成光 4 8 は、信号光出射措置 4 7 を介して、所定のビーム幅の信号光ビームに変換し、光分波器 4 9 に入力する。この光分波器 4

9では、入力光の波長により異なる場所から入力光を出力する。光分波器49は、光合波器40の入力、出力の方向を入れ替えたものと同等であり、信号光ビーム11及び21は波長帯により、光分波器49の異なる場所から出力する。信号光ビーム11及び21は光空間変調器30の異なる領域に入力する。以下の動作は、上記実施例1と同様である。

光分波器49の構成としては、例えば、図2や図3に示す光合波器40の出力側から光を入力し、入力側から出力させることにより実現可能である。

空間光変調器30への入力側に光分波器49を適用することにより、光合成器46からレンズ（信号光出射措置）47間で複数の光を多重することが可能となり、伝送路の本数、空間光変調器30への入力のレンズを減らすことができる。

実施例4.

この発明の実施例4に係る光制御型マイクロ波位相形成装置について説明する。

上記実施例3において、光合波器40と光分波器49の位置を、空間光変調器30に対して対称な配置とする。光合波器40及び光分波器49の入出力方向、場所の波長依存性を除去でき、異なる波長帯の光源を使用しても、光合波器40、光分波器49は同一の配置で対応できる。

また、3つ以上の光源を使用して3つ以上のマイクロ波位相波面を形成する場合も、光合成器46以下は上記実施例3と同一の構成で適用可能である。

実施例5.

この発明の実施例5に係る光制御型マイクロ波位相形成装置について図面を参照しながら説明する。図5は、この発明の実施例5に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図である。

図5において、本装置は、光源10、20と、光分配器12、22と、光周波

数変換器 1 3、2 3 と、マイクロ波信号入力端子 1 4、2 4 と、信号光出射装置 1 5、2 5 と、空間光変調器コントローラ 3 1 と、空間光変調器 3 5 と、光合波器 4 0 と、レンズ 6 0 と、光合成器 5 0 と、ローカル光出射装置 5 1 と、ビーム合成器 5 2 と、レンズアレイ 5 3 と、光ファイバアレイ 5 4 と、光電変換器 5 5 と、マイクロ波信号出力端子 5 6 とを備える。

空間光変調器 3 5 と光ファイバアレイ 5 4 間にレンズ 6 0 を設置し、空間光変調器 3 5 の出力面をレンズ 6 0 の前側焦点面に、光ファイバアレイ 5 4 もしくはレンズアレイ 5 3 の入射端面をレンズ 6 0 の後側焦点面に設置する。

つぎに、この実施例 5 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の動作について図面を参照しながら説明する。

空間光変調器 3 5 により各信号光 1 1 及 2 1 の強度分布をそれぞれ、マルチビームを構成する各アンテナ放射ビームの強度分布に変換する。変換光 1 6 及び 2 6 は、上記実施例 1 及び 2 と同様に、光合波器 4 0 により光路を変換した後、レンズ 6 0 を透過する。

ここで、空間光変調器 3 5 の出力面と光ファイバアレイ 5 4 の入射端面は、レンズ 6 0 によりフーリエ変換の関係となるため、光ファイバアレイ 5 4 の各光ファイバには空間光変調器 3 5 の出力信号がフーリエ変換されたものが入力する。さらに、アレイアンテナへの給電信号と遠方でのアンテナ放射パターンの間にもフーリエ変換の関係があることから、空間光変調器 3 5 の出力光の強度分布と、アンテナ放射パターンはほぼ相似な関係となる。例えば、空間光変調器 3 5 に三角形の強度分布を与えると、アンテナ放射パターンも三角形となる。

実施例 6.

この発明の実施例 6 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置について図面を参照しながら説明する。図 6 は、この発明の実施例 6 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図である。

図 6 において、本装置は、光源 1 0、2 0 と、光分配器 1 2、2 2 と、光周波

数変換器 13、23 と、マイクロ波信号入力端子 14、24 と、光合成器 46 と、信号光出射措置 47 と、光分波器 49 と、空間光変調器コントローラ 31 と、空間光変調器 35 と、光合波器 40 と、レンズ 60 と、光合成器 50 と、ローカル光出射装置 51 と、ビーム合成器 52 と、レンズアレイ 53 と、光ファイバアレイ 54 と、光電変換器 55 と、マイクロ波信号出力端子 56 とを備える。

つぎに、この実施例 6 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の動作について図面を参照しながら説明する。

上記実施例 3 と同様に、光源 10 及び光源 20 から放射した光を、空間光変調器 35 の異なる領域に入力する。入力信号光 11 及び 21 は、空間光変調器 35 により、それぞれ所望のアンテナ放射パターンに対応した分布で強度変調されて出力され、上記実施例 5 と同様の動作をする。

これにより、光合成器 46 からレンズ（信号光出射措置）47 間で複数の光を多重することが可能となり、伝送路の本数、空間光変調器 35 への入力のレンズを減らすことができる。

実施例 7.

この発明の実施例 7 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置について図面を参照しながら説明する。図 7 は、この発明の実施例 7 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の構成を示す図である。

図 7 において、本装置は、光源 10、20 と、光分配器 12、22 と、光周波数変換器 13、23 と、マイクロ波信号入力端子 14、24 と、光合成器 46 と、信号光出射措置 47 と、光分波器 49 と、空間光変調器 30 と、空間光変調器コントローラ 31、32 と、光合波器 40 と、光合成器 50 と、ローカル光出射装置 51 と、ビーム合成器 52 と、レンズアレイ 53 と、光ファイバアレイ 54 と、光電変換器 55 と、マイクロ波信号出力端子 56 とを備える。

つぎに、この実施例 7 に係る光制御型マイクロ波位相形成装置の動作について

図面を参照しながら説明する。

光源 10、20 から放射した分岐光 18 及び 28 が光合成器 50 で合成し、レンズ（ローカル光出射装置）51 により所定のビーム幅で空間に放射する。放射光は光分波器 49 により、波長により異なる光路の光 19 及び 29 に分けて、空間光変調器 30 への入力側に入力する。

出力光 19 及び 29 の空間強度分波は、それぞれ所定の強度分布に変換され空間光変調器 30 から出力する。出力光は光合波器 40 により同一の光路に変換され、ビーム合成器 52 を介して、光ファイバレイ 54 に入力する。

位相分布に加えて、強度分布を制御可能となることから、アレイアンテナからの放射ビームの低サイドローブ化、ビーム幅の制御などに対する柔軟性が向上する。

実施例 8.

上記実施例 7 では、分岐光 18 及び 28 に対して強度変調を行っていたが、空間光変調器 30 の入射側、あるいは出射側に空間光変調器 35 を挿入し強度変調を行っても良い。

実施例 9.

以上の各実施例は二つの光源を用いて二つのマルチビームを発生させるものであるが、三つ以上の光源を用いて、三つ以上のマルチビーム形成回路を実現できるのは言うまでもない。

実施例 10.

以上の各実施例では透過型の空間光変調器 30 を用いた構成で説明したが、反射型の空間光変調器でも適用可能なのは言うまでもない。

実施例 1 1.

以上の各実施例では、光源 1 0 からの分岐光 1 1 に対して周波数を変換させていたが、他方の分岐光 1 8 の周波数を偏移させても良い。また、分岐光 1 1 と分岐光 1 8 の両方の周波数を変換しても良い。

実施例 1 2.

以上の各実施例では、一つのマイクロ波を形成するために、一つの光源と周波数変換器を用いていたが、二つの光源を使用し、二つの光源の周波数差が所望のマイクロ波周波数となるように、各光源の波長を制御しても良い。

実施例 1 3.

以上の各実施例では、光ファイバアレイ 5 4 により光をサンプリング後、光電変換器 5 5 に伝送していたが、光ファイバアレイ 5 4 を介さずに、光電変換器 5 5 のアレイに直接受光しても良い。

産業上の利用の可能性

この発明に係る光制御型マイクロ波位相形成装置は、以上説明したとおり、アレイアンテナ用マルチビーム形成回路に適用可能で、波長帯の異なる複数光と、複数の光の光路を合成する光合波器により、一つの空間光変調器上の異なる領域から出力した光を同一の光路に変換することが可能となる。このため、一つの空間光変調器で複数のマイクロ波位相面を同時に形成することができる。

請 求 の 範 囲

1. 第1の光源から放射される光を二つに分岐する第1の光分配器と、

第2の光源から放射される光を二つに分岐する第2の光分配器と、

第1のマイクロ波信号に基づいて、前記第1の光分配器により出力された一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて第1の信号光として出力する第1の光周波数変換器と、

第2のマイクロ波信号に基づいて、前記第2の光分配器により出力された一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて第2の信号光として出力する第2の光周波数変換器と、

前記第1の信号光を所定のビーム幅に変換し第1の信号光ビームとして空間に出射する第1の信号光出射装置と、

前記第2の信号光を所定のビーム幅に変換し第2の信号光ビームとして空間に出射する第2の信号光出射装置と、

異なる領域に入力された前記第1及び第2の信号光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する空間光変調器と、

前記空間光変調器から出力された波長の異なる第1及び第2の信号光ビームを同軸の光路に変換する光合波器と、

前記第1の光分配器により出力された他方の分岐光と、前記第2の光分配器により出力された他方の分岐光をローカル光として合成する光合成器と、

前記ローカル光を所定のビーム幅に変換しローカル光ビームとして空間に出射するローカル光出射装置と、

前記光合波器により出力された第1及び第2の信号光ビームと、前記ローカル光ビームとを空間的に重ね合わせて合成ビームとするビーム合成器と、

前記合成ビームを空間的にサンプリングしヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換して、それぞれ出力する複数の光電変換器と

を備えた光制御型マイクロ波位相形成装置。

2. 前記空間光変調器は、前記第1及び第2の信号光ビームを位相変調して所

望の空間位相分布に変換する代りに、前記第 1 及び第 2 の信号光ビームを強度変調して所望の空間強度分布に変換し、

前記ビーム合成器により出力された合成ビームを前記複数の光電変換器へ伝送する光ファイバアレイと、

前側焦点面が前記空間光変調器の出力面に、かつ後側焦点面が前記光ファイバアレイの入射端面になるように配置し、前記空間光変調器から出力された第 1 及び第 2 の信号光ビームをフーリエ変換するレンズとをさらに備えた

請求項 1 記載の光制御型マイクロ波位相形成装置。

3. 第 1 の光源から放射される光を二つに分岐する第 1 の光分配器と、

第 2 の光源から放射される光を二つに分岐する第 2 の光分配器と、

第 1 のマイクロ波信号に基づいて、前記第 1 の光分配器により出力された一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて第 1 の信号光として出力する第 1 の光周波数変換器と、

第 2 のマイクロ波信号に基づいて、前記第 2 の光分配器により出力された一方の分岐光を所定の周波数だけ偏移させて第 2 の信号光として出力する第 2 の光周波数変換器と、

前記第 1 及び第 2 の信号光を合成する第 1 の光合成器と、

前記第 1 の光合成器により出力された合成光を所定のビーム幅に変換し合成信号光ビームとして空間に出射する信号光出射装置と、

前記合成信号光ビームを波長帯により空間的に分離した第 1 及び第 2 の信号光ビームとして出力する光分波器と、

異なる領域に入力された前記第 1 及び第 2 の信号光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する空間光変調器と、

前記空間光変調器から出力された波長の異なる第 1 及び第 2 の信号光ビームを同軸の光路に変換する光合波器と、

前記第 1 の光分配器により出力された他方の分岐光と、前記第 2 の光分配器により出力された他方の分岐光をローカル光として合成する第 2 の光合成器と、

前記ローカル光を所定のビーム幅に変換しローカル光ビームとして空間に出射

するローカル光出射装置と、

前記光合波器により出力された第1及び第2の信号光ビームと、前記ローカル光ビームとを空間的に重ね合わせて合成ビームとするビーム合成器と、

前記合成ビームを空間的にサンプリングしヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換して、それぞれ出力する複数の光電変換器と
を備えた光制御型マイクロ波位相形成装置。

4. 前記光分波器及び前記光合波器の位置を、前記空間光変調器に対して対称な配置とした

請求項3記載の光制御型マイクロ波位相形成装置。

5. 前記空間光変調器は、前記第1及び第2の信号光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する代りに、前記第1及び第2の信号光ビームを強度変調して所望の空間強度分布に変換し、

前記ビーム合成器により出力された合成ビームを前記複数の光電変換器へ伝送する光ファイバアレイと、

前側焦点面が前記空間光変調器の出力面に、かつ後側焦点面が前記光ファイバアレイの入射端面になるように配置し、前記空間光変調器から出力された第1及び第2の信号光ビームをフーリエ変換するレンズとをさらに備えた

請求項3記載の光制御型マイクロ波位相形成装置。

6. 前記ローカル光ビームを波長帯により空間的に分離した第1及び第2のローカル光ビームとして出力する第2の光分波器と、

異なる領域に入力された前記第1及び第2のローカル光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する第2の空間光変調器と、

前記空間光変調器から出力された波長の異なる第1及び第2のローカル光ビームを同軸の光路に変換する第2の光合波器とをさらに備え、

前記ビーム合成器は、前記光合波器により出力された第1及び第2の信号光ビームと前記ローカル光ビームとを空間的に重ね合わせる代わりに、前記光合波器

により出力された第 1 及び第 2 の信号光ビームと前記第 2 の光合波器により出力された第 1 及び第 2 のローカル光ビームとを空間的に重ね合わせて合成ビームとする

請求項 3 記載の光制御型マイクロ波位相形成装置。

図 2

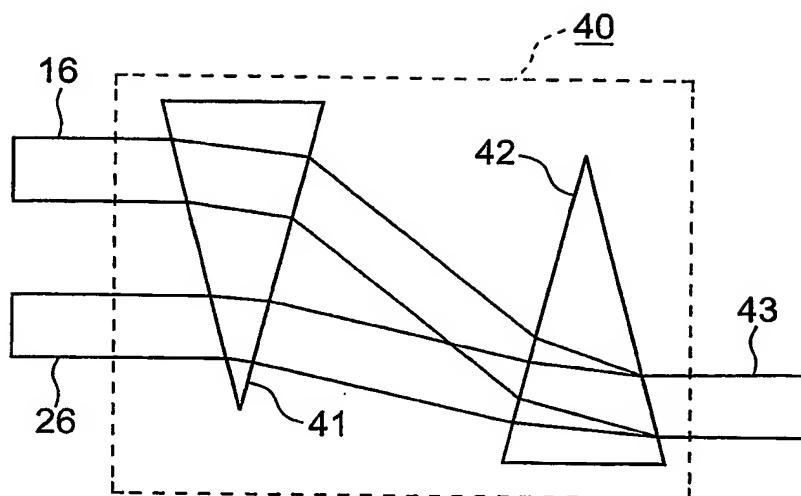


図 3

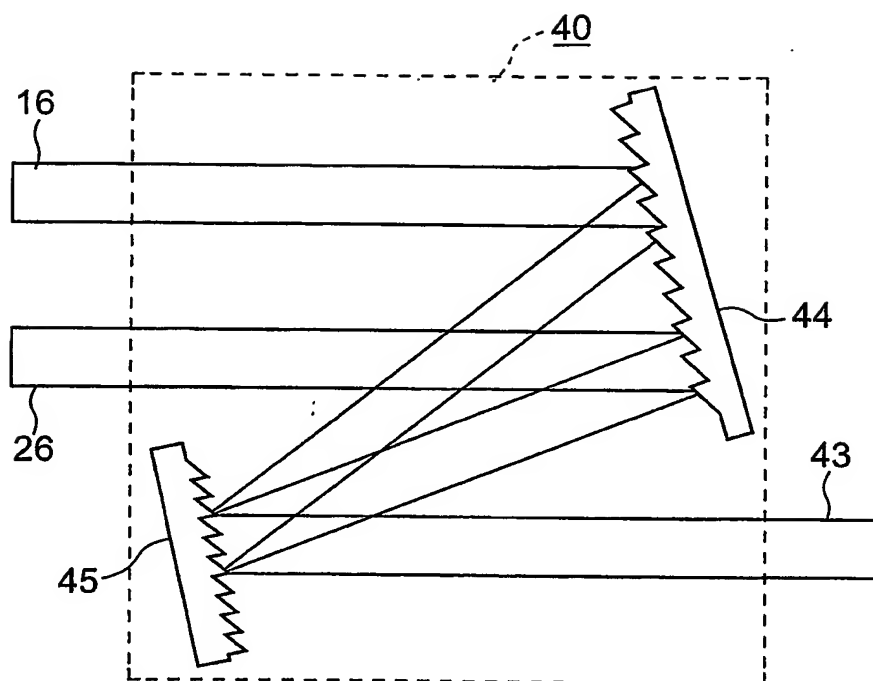
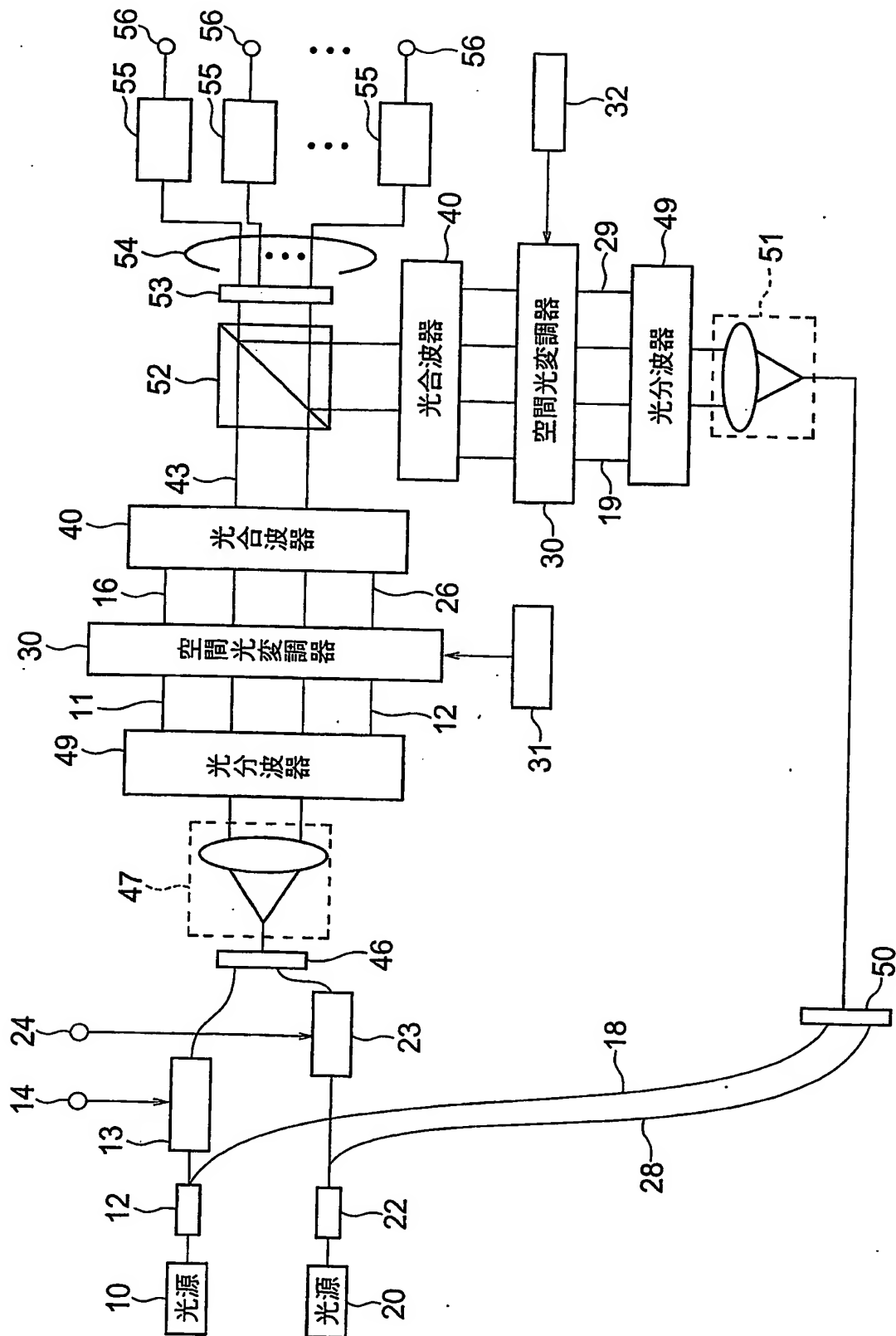


図 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H03G3/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H03G3/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-139620 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 27 May, 1997 (27.05.97), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-6.
A	JP 7-202547 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 04 August, 1995 (04.08.95), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-6
A	JP 6-276017 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 30 September, 1994 (30.09.94), Full text; Fig. 3 (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 November, 2003 (19.11.03)

Date of mailing of the international search report
02 December, 2003 (02.12.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int Cl ⁷ H03G 3/26		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int Cl ⁷ H03G 3/26		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-139620 A (日本電信電話株式会社) 1997. 05. 27, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 7-202547 A (日本電信電話株式会社) 1995. 08. 04, 全文, 第1, 2図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 6-276017 A (日本電信電話株式会社) 1994. 09. 30, 全文, 第3図 (ファミリーなし)	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
19. 11. 03	02.12.03	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 緒方 寿彦	5T 8321
	電話番号 03-3581-1101	内線 3526